

Форма № ДН-7.02.1

Державний вищий навчальний заклад
Донецький національний технічний університет
Кафедра прикладної математики та інформатики



ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший проректор

Леонід Бачурін

«23» січня 2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВБ І.3. ПРОГРАМНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

(шифр і назва навчальної дисципліни)

Рівень освіти: другий (магістерський)

Спеціальність 121 Інженерія програмного забезпечення
(шифр і назва спеціальності (тєї))

Освітня програма Інженерія програмного забезпечення
(назва освітньої програми)

Мова навчання: українська

Покровськ-2021

Робоча програма з дисципліни «Програмне моделювання динамічних процесів» для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення
«23» січня 2021 року. – 11 с.

Розробник: О.А. Дмитрієва, проф., д.т.н., зав. кафедри прикладної математики і інформатики.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри прикладної математики та інформатики
Протокол №1 від «28» січня 2021 р.

Завідувач кафедру прикладної математики та інформатики

(Дмитрієва О.А.)

«28» січня 2021 р.

Схвалено науково-методичною комісією галузі знань 12 Інформаційні технології

Протокол № 1 від «28» січня 2021 р.

Голова (підпис) (Башков Є.О.)
(прізвище та ініціали)

©ДонНТУ, 2021 р.

© Дмитрієва О.А., 2021

1. Загальна інформація

Форма навчання	Денна	Заочна
Статус	Вибіркова	
Обсяг в кредитах ЄКТС	7	
Обсяг в годинах за навчальним планом, разом:	210	
в тому числі:		
Флексій:	32	
практичні заняття:	-	
лабораторні заняття:	32	
семінари:	-	
самостійна робота:	146	
Форма підсумкового контролю	Екзамен	
Дисципліну викладають	Викладач І Дмитрієва Ольга Анатоліївна, https://donntu.edu.ua/knt/pmi , olga.dmytriveva@donntu.edu.ua	

Передумови для вивчення дисципліни: успішному вивченню дисципліни «Програмне моделювання динамічних процесів» сприяє попереднє опанування такими дисциплінами, як «Математичні методи дослідження операцій», «Емпіричні методи програмної інженерії», «Дискретна математика», «Теорія ймовірностей і математична статистика», «Математичні основи теорії ігор».

2. Мета вивчення навчальної дисципліни «Програмне моделювання динамічних процесів»

Дисципліна «Програмне моделювання динамічних процесів» має своєю метою формування поглиблених знань, отримання практичних навичок і розвиток логічних здібностей студентів, спрямованих на побудову і реалізацію математичних моделей динамічних процесів, оволодіння основними підходами до математичного моделювання, методами і алгоритмами обчислювальної математики, необхідних для підготовки і ефективного розв'язання завдань в сучасних обчислювальних системах (в тому числі з паралельною архітектурою), а також в отриманні практичних навичок у використанні стандартних математичних пакетів.

Компетентності:

- ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК03. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні.
- ЗК04. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами інших галузей знань/видів економічної діяльності).
- ЗК05. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- СК01. Здатність аналізувати предметні області, формувати, класифікувати вимоги до програмного забезпечення.
- СК02. Здатність розробляти і реалізовувати наукові та/або прикладні проекти у сфері інженерії програмного забезпечення.
- СК03. Здатність проектувати архітектуру програмного забезпечення, моделювати процеси функціонування окремих підсистем та модулів.

СК06. Здатність ефективно керувати фінансовими, людськими, технічними та іншими проектними ресурсами у сфері інженерії програмного забезпечення.

СК08. Здатність розробляти і координувати процеси, етапи та ітерації життєвого циклу програмного забезпечення на основі застосування сучасних моделей, методів та технологій розроблення програмного забезпечення.

Програмні результати навчання:

РН02. Оцінювати і вибирати ефективні методи і моделі розроблення, впровадження, супроводу програмного забезпечення та управління відповідними процесами на всіх етапах життєвого циклу.

РН03. Будувати і досліджувати моделі інформаційних процесів у прикладній області.

РН09. Обґрунтовано вибирати парадигми і мови програмування для розроблення програмного забезпечення, застосовувати на практиці сучасні засоби розроблення програмного забезпечення.

РН10. Модифікувати існуючі та розробляти нові алгоритмічні рішення детального проектування програмного забезпечення.

РН11. Забезпечувати якість на всіх стадіях життєвого циклу програмного забезпечення, у тому числі з використанням релевантних моделей та методів оцінювання, а також засобів автоматизованого тестування і верифікації програмного забезпечення.

РН17. Збирати, аналізувати, оцінювати необхідну для розв'язання наукових і прикладних задач інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела.

РН18. Розробляти математичне і програмне забезпечення для наукових досліджень в галузі програмного забезпечення.

РН19. Формулювати, експериментально перевіряти, обґрунтовувати і застосовувати на практиці в процесі розроблення програмного забезпечення інноваційні методи та конкурентноспроможні технології розв'язання професійних, науково-технічних задач у мультидисциплінарних контекстах.

РН20. Планувати і виконувати наукові дослідження в сфері інженерії програмного забезпечення, обирати методики та інструменти, аналізувати результати, обґрунтовувати висновки.

3. Очікувані результати навчання

Основними результатами опанування дисципліни «Програмне моделювання динамічних процесів» є:

- ідентифікація динамічного об'єкта, виконання якісного математичного опису поведінки об'єкта, визначення властивостей і взаємозв'язків з подібними об'єктами (явищами);
- оволодіння основними принципами побудови математичних моделей динамічних систем, у тому числі за даними натурних спостережень у сфері інженерії програмного забезпечення;
- визначення основних підходів і методів до математичного моделювання динамічних систем і процесів в галузі програмного забезпечення;
- проведення досліджень щодо оптимальності отриманої математичної моделі, стійкості, чутливості, повноти даних;
- застосування сучасного математичного апарату для розв'язання поставлених завдань;
- обґрунтування вибору інструментальних засобів для реалізації побудованих математичних моделей динамічних систем в галузі програмного забезпечення;
- верифікація отриманих моделей;
- проведення аналізу отриманих результатів розрахунків і обґрунтування висновків, застосування підходів, що забезпечують стійкість вибору;
- формування навичок щодо проведення обчислювального експерименту, аналізу похибок, при проведенні комп'ютерних розрахунків.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

Знати:

- основні принципи класифікації математичних моделей;
- основні категорії математичних моделей, що використовуються для моделювання сучасних проблем в галузі програмного забезпечення;
- статистичні та емпіричні підходи до верифікації параметрів математичних моделей, точкові та інтервальні оцінки параметрів, основні властивості, спроможності, незміщеність і ефективність оцінок;
- поняття системи оптимального моделювання, цілі та оцінювання ефективності в моделях оптимального управління в галузі програмного забезпечення;
- критерії ефективності управління 1-го, 2-го і 3-го роду, принцип максимуму Понтрягіна;
- методологію аналізу і синтезу математичних моделей систем управління, специфіку аналізу і синтезу в фазовій площині;
- поняття стійкості динамічної системи;
- алгебраїчні та частотні критерії аналізу стійкості;
- основні чисельні методи розв'язання типових прикладних задач, виникаючих при побудові математичних моделей в галузі програмного забезпечення;
- характеристики основних математичних пакетів і можливості їх застосування.

Уміти:

- на основі базових знань системно аналізувати, синтезувати, узагальнювати необхідну інформацію;
- здійснювати збір, аналіз і обробку даних, необхідних для розв'язання поставлених завдань;
- використовувати для вирішення аналітичних і дослідницьких завдань сучасні технічні засоби та інформаційні технології;
- аналізувати основні ідеї методів, особливості областей застосування і методики використання їх як готового інструменту практичної роботи при проектуванні і розробці математичних моделей динамічних систем, побудові алгоритмів і організації обчислювальних процесів в галузі програмного забезпечення;
- будувати стандартні теоретичні моделі, проводити аналіз чутливості і визначати інтервал оптимальності, супроводжувати аналіз графічною інтерпретацією;
- досліджувати елементи математичної моделі;
- будувати математичні моделі динамічних систем в галузі програмного забезпечення за даними натурних спостережень та за умов неповних даних;
- будувати і досліджувати математичні моделі складних керованих динамічних систем і взаємодіючих процесів, лінійної моделі на ведення змін;
- отримувати чисельні розв'язки і аналізувати результати;
- сумішати високий рівень сучасного чисельного аналізу з досягненнями обчислювальної і комунікаційної техніки
- набути навички роботи з сучасними пакетами прикладних програм;
- уміти застосовувати обчислювальні методи, бібліотеки і пакети прикладних програм для моделювання динамічних систем в галузі програмного забезпечення;
- реалізовувати розроблені математичні моделі на мовах високого рівня і в стандартних математичних середовищах.

Курс базується на дисциплінах «Теорія ймовірностей і математична статистика», «Вища математика», «Емпіричні методи програмної інженерії», «Моделювання програмного забезпечення», «Проектування програмного забезпечення», «Тестування програмного забезпечення», «Чисельні методи», «Теорія випадкових процесів» та забезпечує виконання дипломних робіт та магістерських дисертацій.

4. Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання при опануванні дисципліною «Програми моделювання динамічних процесів» передбачено:

- екзамен;
- індивідуальні завдання з лабораторних робіт;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Критерії оцінювання мають формувати порядок оцінювання під час поточного контролю (за результатами практичних занять, виконання індивідуальних завдань) та підсумкового контролю.

Поточний контроль								Іспит
Л.р. №1	Л.р. №2	Л.р. №3	Л.р. №4	Л.р. №5	Л.р. №6	Л.р. №7	Л.р. №8	
5	5	5	5	5	5	5	5	60

Примітка: Лр1, Лр2 і т.д. лабораторні роботи.

Відповідність між шкалами встановлюється наступним чином:

Оцінка	
За 100-бальною шкалою	Для екзамену, курсового проекту(роботи), практики, диференційованого заліку, кваліфікаційного екзамену, випускної кваліфікаційної (дипломної) роботи (проекту)
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

6. Програма навчальної дисципліни**6.1. Основні теми дисципліни**

Тема 1. Предмет, метод і задачі курсу. Основні поняття. Моделювання фізичних процесів.

Тема 2. Фізичне та математичне моделювання. Основна термінологія. Математизація наукових знань. Аналіз похибок при комп'ютерних розрахунках.

Тема 3. Сучасні програмні середовища і технології моделювання. Методологія функціонального моделювання, типи функціональних зв'язків.

Тема 4. Етапи моделювання. Складання математичної моделі. Оптимізація моделі. Аналіз чутливості і визначення інтервалу оптимальності.

Тема 5. Динамічні системи. Класифікація систем. Ознаки класифікації і класи систем. Характеристика класів систем.

Тема 6. Принципи побудови математичної моделі динамічної системи. Етапи формування математичної моделі. Змінні і параметри в математичних моделях динамічних систем.

Тема 7. Функціонування динамічної системи. Стан системи. Характеристики процесів системи. Функції зворотнього зв'язку.

Тема 8. Детерміновані динамічні моделі. Ретроспективний та конструктивний аналіз. Етапи динамічного аналізу.

Тема 9. Моделювання лінійних динамічних систем першого порядку. Властивості лінійних динамічних систем.

Тема 10. Моделювання лінійних динамічних систем другого порядку. Фазові портрети багатомірних лінійних систем. Зсув фази та період коливань.

Тема 11. Еволюційне моделювання. Загальні поняття про еволюційне моделювання.

Тема 12. Нелінійні динамічні системи та різницеві моделі. Нелінійні динамічні системи та різницеві моделі з граничним циклом.

Тема 13. Динамічні моделі, що породжуються різницевиими системами. Біфуркаційна діаграма.

Тема 14. Математичні моделі динамічних систем зі сконцентрованими параметрами. Математичні моделі на основі звичайних диференціальних рівнянь.

Тема 15. Математичні моделі динамічних систем з розподіленими параметрами. Математичні моделі на основі диференціальних рівнянь в частинних похідних.

Тема 16. Моделювання систем оптимального управління. Поняття системи оптимального управління. Цілі системи оптимального управління.

6.2. Теми практичних занять

Не передбачено навчальним планом

6.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Лабораторна робота № 1. Оцінювання порядків абсолютних та відносних похибок функції за відомими похибками аргументів. Точні та наближені методи (Тема 2).	4
2	Лабораторна робота № 2. Аналіз та обґрунтування вибору сучасного програмного середовища і технології моделювання (Тема 3).	4
3	Лабораторна робота № 3. Складання оптимізаційної математичної моделі з визначенням невідомих, обмежень та цільової функції (Тема 4-5).	4
4	Лабораторна робота № 6. Визначення характеристик функціонування динамічної системи, функцій зворотнього зв'язку, функцій обмежень системи (Тема 6-7).	4
5	Лабораторна робота № 7. Проведення аналізу чутливості та визначення інтервалу оптимальності для детермінованих динамічних моделей (Тема 8-10).	4
6	Лабораторна робота № 8. Еволюційне моделювання лінійних динамічних систем першого та другого порядку. Розробка та реалізація еволюційної моделі в програмному середовищі (Теми 11-12).	4
7	Лабораторна робота № 9. Розробка та реалізація нелінійної різницевої динамічної моделі зі сконцентрованими параметрами в програмному середовищі (Тема 13-14).	4
8	Лабораторна робота № 10. Розробка та реалізація динамічної оптимізаційної моделі управління з розподіленими параметрами в програмному середовищі (Теми 15-16).	4
	Разом	32

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Предмет, метод і задачі курсу «Програмне моделювання динамічних процесів»	10
2	Тема 2. Фізичне та математичне моделювання	8
3	Тема 3. Сучасні програмні середовища і технології моделювання	10
4	Тема 4. Етапи моделювання. Складання математичної моделі.	10
5	Тема 5. Динамічні системи. Класифікація систем.	9
6	Тема 6. Принципи побудови математичної моделі динамічної системи.	8
7	Тема 7. Функціонування динамічної системи	10
8	Тема 8. Детерміновані динамічні моделі. Ретроспективний та конструктивний аналіз. Етапи динамічного аналізу	8
9	Тема 9. Моделювання лінійних динамічних систем.	8
10	Тема 10. Моделювання лінійних динамічних систем другого порядку.	8
11	Тема 11. Еволюційне моделювання.	10
12	Тема 12. Нелінійні динамічні системи та різницеві моделі.	9
13	Тема 13. Динамічні моделі, що породжуються різницевиими системами.	8
14	Тема 14. Математичні моделі динамічних систем зі сконцентрованими параметрами.	10
15	Тема 15. Математичні моделі динамічних систем з розподіленими параметрами.	10
16	Тема 16. Моделювання систем оптимального управління.	10
	Разом	146

6.5. Індивідуальне завдання

Навчальним планом не передбачено виконання розрахункової роботи.

7. Література

7.1. Основна

1. Дмитрієва О.А. Числові методи моделювання динамічних об'єктів в мультипроцесорних системах: монографія / О.А. Дмитрієва, Н.Г. Гуськова, С.О. Башков, І.А. Назарова: монографія. – Покровськ: ДВНЗ «ДонНТУ», 2020. – 268 с.
2. Моделювання та оптимізація систем: підручник / [Дубовий В. М., Квстний Р. Н., Михальов О. І., А.В.Усов А. В.] –Вінниця : ПП «ТД«Еднльвейс», 2017. – 804 с.
3. Дмитрієва О. А. Параллельные численные методы моделирования динамических объектов / О.А. Дмитрієва. – Покровск: ГВУЗ «ДонНТУ», 2016. – 384 с.
4. Дмитрієва О.А. Параллельне моделювання динамічних об'єктів зі сконцентрованими параметрами/ О.А. Дмитрієва. – Харків: "Ноулідж", 2014. – 336 с.
5. Табунщик Г. В. Проектування та моделювання програмного забезпечення сучасних інформаційних систем / Г. В. Табунщик, Т.І. Каплієнко, О.А. Петрова – Запоріжжя: Дике Поле, 2016. – 250 с.
6. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 1: навчальний посібник / Квстний Р. Н., Богач І. В., Бойко О. Р., Софина О. Ю., Шушура О.М.; за заг. ред. Р.Н. Квстного. – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 193 с.

7.2. Допоміжна

7. Томашівський В. М. Моделювання систем / В. М. Томашівський. – К.: Видавнича група ВНУ, 2005. – 349 с.
8. Станжицький О.М., Таран С.Ю., Гординський Л.Д. Основи математичного моделювання: Навчальний посібник. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2006. – 96 с.
9. Стеценко І. В. Моделювання систем: навч. посіб. [Електронний ресурс, текст] / І. В. Стеценко ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. - Черкаси : ЧДТУ, 2010. – 399 с.
10. Павленко П.М. Основи математичного моделювання систем і процесів: Навчальний посібник. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2010. – 198 с.
11. Жерновий Ю. В. Імітаційне моделювання систем масового обслуговування : практикум / Ю. В. Жерновий. – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. – 307 с.
12. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 320 с.
13. Бахрушин В.Є. Математичні основи моделювання систем: Навчальний посібник для студентів. – Запоріжжя: Класичний приватний університет, 2009. – 224 с. ISBN 966
14. Dmitrieva O. Parallel Step Control. Development of parallel algorithms of the step variation for simulation of stiff dynamic systems/ O. Dmitrieva, L. Feldman. – Lambert Academic Publishing, 2013. – 72 p.
15. Dmitrieva O. Parallel Algorithms of Simulation. Increase of simulation of dynamic objects with the lumped parameters into parallel computer systems / O. Dmitrieva, A. Firsova. – Lambert Academic Publishing, 2012. – 192 p.
16. Firsova A. Dynamic System Simulation. Robust algorithms of state estimation of dynamic lumped parameters systems / A. Firsova, O. Dmitrieva. – Lambert Academic Publishing, 2011. – 92 p.
17. Махней О. В. Математичне моделювання: методичні рекомендації. – Івано-Франківськ: Голіней, 2014. – 36 с.

7.3. Методична

18. Методичні вказівки і завдання до виконання практичних робіт по курсу «Програмне моделювання динамічних процесів» (для магістрів спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення всіх форм навчання)/укл. Дмитрієва О.А.- Покровськ: ДонНТУ, 2020 р. – 102 с. <http://89.185.3.253:9080/download.php?rec=21745>

8. Інформаційні ресурси

19. Mathematical Modeling and Computing journal – Режим доступу: <http://science.lpnu.ua/mmc>
20. International Conference, MMCP Mathematical Modeling and Computational Science. – Режим доступу: <http://www.springer.com/us/book/9783642282119>
21. Mathematical modeling and methods for high performance computing. – Режим доступу: https://www.cuni.cz/UK-7038-version1-mff_strakos_web.pdf
22. Nonlinear Problems: Mathematical Modeling, Analyzing, and Computing. – Режим доступу: <https://www.hindawi.com/journals/mpe/2017/1081585/>
23. Mathematical Modeling and Analysis of Soft Computing. – Режим доступу: <https://www.hindawi.com/journals/mpe/mathematical.soft.somputing/>

Дмитрієва